

**Resistive film pressure or force sensor for indicating occupation of vehicle seat - has conductive paths for providing series of meandering interdigitated local area transducer electrodes on polymer and semiconductor substrate.**

**Patent number:** DE4237072  
**Publication date:** 1993-12-02  
**Inventor:** PETRI VOLKER DIPL ING (DE); WETZEL GUIDO DIPL ING (DE); MICKELER REINHOLD DIPL ING (DE); WITTE MICHEL DIPL ING (LU); SERBAN BOGDAN DIPL ING (LU)  
**Applicant:** DAIMLER BENZ AG (DE); INTERLINK ELECTRONICS EUROP EC (LU)  
**Classification:**  
- **International:** G01L1/20; B60N2/44  
- **European:** G01L5/00M8B, G01L5/22K2, B60N2/00C, G01L1/20B  
**Application number:** DE19924237072 19921103  
**Priority number(s):** DE19924237072 19921103

**Abstract of DE4237072**

The pressure sensor exhibits an electrical characteristic which decreases when the applied normal force increases. It comprises two laminated polymer layers respectively incorporating a semiconductor material and two conductor paths providing a pair of interdigitated meander-formed electrodes and associated electrical leads.

Pref. a number of pressure sensor elements (1.1-1.4) are connected in series, so that the pressure sensitive resistances provided between their interdigitated electrodes are connected in parallel.  
**ADVANTAGE** - Allows self-testing using resistance measurement to detect short-circuit or conductor path breakage points in vehicle having air bag actuators.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 42 37 072 C 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
G 01 L 1/20  
B 60 N 2/44

②1 Aktenzeichen: P 42 37 072.8-52  
②2 Anmeldetag: 3. 11. 92  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 12. 93

DE 42 37 072 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE; Interlink Electronics Europe, Echternach, LU

⑦4 Vertreter:

Wittner, W., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 73630 Remshalden

⑦2 Erfinder:

Mickeler, Reinhold, Dipl.-Ing., 7031 Altdorf, DE;  
Petri, Volker, Dipl.-Ing., 7042 Aidlingen, DE; Wetzel,  
Guido, Dipl.-Ing., 7030 Böblingen, DE; Serban,  
Bogdan, Dipl.-Ing., Soleuvre, LU; Witte, Michel,  
Dipl.-Ing., Bertrange, LU

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 30 44 384 A1  
US 50 10 774

DE-Prospekt: Firma Interlink Electronics  
Europe 7/90;

⑤4 Resistiver Foliendrucksensor

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf einen resistiven Foliendrucksensor, insbesondere zur Sitzbelegungserkennung für einen Fahrzeugsitz (Sensormatte). Der Foliendrucksensor besteht aus zwei zusammenlaminierten Polymerlagen, wobei die eine Polymerlage mit einem Halbleitermaterial und die andere mit zwei Leiterbahnen beschichtet ist, welche innerhalb eines räumlich abgegrenzten drucksensitiven Bereiches zu kammartigen, interdigitierend angeordneten Elektroden ausgebildet sind. Nachteilig an der bekannten Ausführung ist, daß eine funktionseinschränkende Leiterbahnunterbrechung nicht mit einfachen Mitteln aufgespürt werden kann. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Elektroden als durchgehende, verzweigungsfreie Leiterbahnen auszuführen, wobei die kammartige Struktur der Elektroden durch eine mäandrierende Leitungsführung der Leiterbahnen erreicht wird. Damit kann mittels einer einfachen Widerstandsmessung zwischen beidseitigen Anschlußpunkten einer Elektrode überprüft werden, ob die Leiterbahn unterbrochen ist.

DE 42 37 072 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen resistiven Foliendrucksensor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es ist bereits ein gattungsgemäßer druckempfindlicher Widerstand in Form eines Foliendruckensors bekannt, der serienmäßig gefertigt und in verschiedenen Varianten in vielen Bereichen, insbesondere auch in der Automobilindustrie eingesetzt wird. Dieser Foliendrucksensor ist auch unter dem eingetragenen Warenzeichen FSR bekannt, was die Abkürzung für "Force Sensing Resistor" ist.

Ein solcher Foliendrucksensor besteht aus zwei Polymerlagen, die zusammenlaminiert wurden, wobei die eine Lage mit einem Halbleitermaterial und die andere mit zwei interdigitierenden kammartigen Elektroden beschichtet ist. Die kammartige Struktur der Elektroden wird durch dünne Leiterbahnen realisiert, die als Stichleitungen von einem Hauptstrang abzweigen, der über eine Verbindungsleitung mit einem Anschlußpunkt verbunden ist. Wird der Foliendrucksensor mit Druck belastet, schaltet das Halbleitermaterial die Kontaktfinger der Elektroden mehr oder weniger parallel, worauf der elektrische Widerstand zwischen den Elektroden abnimmt. Zwischen den beiden Anschlußpunkten liegt damit ein Widerstand (FSR) an, der mit zunehmender Druckkraft abnimmt und abhängig davon in einem Bereich von ungefähr drei Zehnerpotenzen variiert.

Ein ähnlicher druckabhängiger Analogwandler oder Schalter, welcher ebenfalls eine Halbleiterschicht und kammartige Elektroden verwendet, ist auch aus der DE 30 44 384 A1 bekannt und wird dort in einer Anwendung auf elektronische Musikinstrumente beschrieben. Weiterhin ist aus der US 5 010 774 ein Drucksensor bekannt, der sich aus einer Vielzahl von Sensorelementen zusammensetzt und auch zur Sitzbelegungserkennung angewendet wird. Auch hier weisen die einzelnen Sensorelemente eine kammartige Elektrodenstruktur auf.

Für sicherheitskritische Anwendung, wie zum Beispiel der Airbagauslösung in Kraftfahrzeugen, müssen die beteiligten Sensoren regelmäßig auf ihre Funktion überprüft werden. Das geschieht automatisch, beispielsweise in einem Selbsttest nach jedem Einschalten des Bordnetzes des Fahrzeugs.

Bei den bisher bekannten Foliendrucksensoren ergeben sich Nachteile dahingehend, daß deren Funktionsfähigkeit nur ungenügend oder nur unter großem Aufwand überprüft werden kann. So kann zwar durch Messung des Widerstandes zwischen den beiden Anschlußkontakten des Foliendruckensors ein Kurzschluß oder eine Unterbrechung in einer Verbindungsleitung leicht erkannt werden, eine Leitungsunterbrechung im Bereich der interdigitierenden Elektroden beeinflusst aber lediglich die Drucksensitivität und könnte nur unter großem Aufwand mit Kenntnis der eingepprägten äußeren Kraft aus einer Abweichung vom Kennlinienverhalten ermittelt werden. Andererseits kann eine Einbuße an Drucksensitivität bei sicherheitskritischen Anwendungen nicht toleriert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen gattungsgemäßen Foliendrucksensor so auszubilden, daß eine einfache und zuverlässige Überprüfung der Leiterbahnen sowohl der Verbindungsleitungen als auch der kammartig ausgebildeten Elektroden ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

In vorteilhafter Weise gestattet der erfindungsgemäße Foliendrucksensor, daß durch Widerstandsmessung zwischen zwei von den insgesamt vier Anschlußkontakten die Leiterbahnen auf ihrer gesamten Länge, wobei der Bereich der Elektroden eingeschlossen ist, auf eine Leitungsunterbrechung bzw. Kurzschluß hin überprüft werden können. Aufgrund der verzweigungsfreien Ausführung der Kammstruktur der Elektroden wird eine Unterbrechung an beliebiger Stelle bei einem Selbsttest erkannt.

Besondere vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Foliendruckensors,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Foliendruckensors,

Fig. 3 eine Beschaltung des erfindungsgemäßen Foliendruckensors zwecks einer vereinfachten Funktionsprüfung,

Fig. 4a eine Ausführung eines erfindungsgemäßen Foliendruckensors als Sensormatte für einen Fahrzeugsitz,

Fig. 4b einen Fahrzeugsitz.

Die Darstellung der Foliendrucksensoren in den Fig. 1 bis 4a beschränkt sich auf die Leitungsführung der Leiterbahnen, unter Verzicht auf eine Wiedergabe der das Trägersubstrat bildenden Polymerlage und der Halbleiterschicht im Bereich der interdigitierenden Elektroden.

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Foliendrucksensor dargestellt, bestehend aus einem einzigen Sensorelement 1 mit vier Anschlußpunkten A, B, C, D. Von dem Anschlußpunkt A erstreckt sich eine durchgehende Leiterbahn 2 zum Anschlußpunkt C, ebenso eine Leiterbahn 3 von B nach D. Im drucksensitiven Bereich des Sensorelementes 1 nehmen die Leiterbahnen 2, 3 einen mäandrierenden Verlauf, wobei die so gebildeten kammartigen Strukturen der beiden Leiterbahnen 2, 3 ineinandergreifen, was den interdigitierenden Elektroden der bekannten Ausführungsformen entspricht.

In diesem wie in den folgenden Ausführungsbeispielen füllt der drucksensitive Bereich eines Sensorelementes 1 eine kreisförmige Grundfläche aus, im Vorgriff auf die Verwendung beim Aufbau einer Sensormatte zur Sitzbelegungserkennung. Ohne weiteres sind jedoch auch andere geometrische Formen für die Grundfläche des drucksensitiven Bereiches denkbar.

In Bezug auf die bekannten Foliendrucksensoren ist der erfindungsgemäße voll abwärtskompatibel, da die Anschlußpunkte A, B des erfindungsgemäßen Foliendruckensors in Fig. 1 den beiden Anschlüssen der bekannten Ausführungen entsprechen.

Die Funktionsprüfung des Foliendruckensors geschieht wie folgt: Bei einer Prüfung auf Kurzschluß zwischen den beiden Leiterbahnen 2, 3 wird mit einer Widerstandsmessung zwischen den Anschlußpunkten A und B oder C und D der druckabhängige Widerstand (FSR) zwischen den Leiterbahnen 2 und 3 gemessen. Wie bisher weist eine Unterschreitung einer bestimmten unteren Schranke auf einen Kurzschluß zwischen den Leiterbahnen 2 und 3 hin. Da die Leiterbahnen 2 und 3 einen definierten Widerstand besitzen, deutet ein abweichendes Ergebnis einer Widerstandsmessung zwei-

schen den Anschlußpunkten A und C bzw. B und D auf eine Störung hin. Wird ein deutlich erhöhter Widerstandswert gemessen, so ist dies ein Hinweis auf eine Leitungsunterbrechung, während eine Erniedrigung auf einen Kurzschluß zwischen verschiedenen Abschnitten einer Leiterbahn schließen läßt.

Die Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, welches in einer Aneinanderreihung von einzelnen Sensorelementen des Typs des vorangehenden Ausführungsbeispiels besteht. Zwei aufeinanderfolgende Sensorelemente 1, wie sie in Fig. 1 dargestellt sind, werden in der Weise vernetzt, daß die Anschlußkontakte C und D des einen Sensorelementes mit den Anschlüssen A und B eines nachfolgenden Sensorelementes verbunden sind. Damit ergeben sich in Fig. 2 zwei durchgehende, verzweigungsfreie Leiterbahnen 4 und 5, bei denen die elektronischen kammartigen Leiterbahnabschnitte der einzelnen Sensorelemente in Reihe geschaltet sind, während die jeweils zwischen zwei gegenüberliegenden elektronischen Leiterbahnabschnitten anliegenden drucksensitiven Widerstände (FSR) parallel geschaltet sind.

In gleicher Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel kann durch Messung des Widerstandes zwischen zwei der vier Anschlußpunkte A, B, C, D der Folien-drucksensor in Fig. 2 überprüft werden. Darüberhinaus ist es möglich, aus den gemessenen Widerstandswerten, eine Leitungsunterbrechung ungefähr zu lokalisieren, sofern die Einzelwiderstände der Sensorelemente 1.1 bis 1.4 unter gleichen äußeren Bedingungen bekannt sind. Wenn beispielsweise die eine Leitungsbahn 4 zwischen den Sensorelementen 1.3 und 1.4 unterbrochen ist, ergibt sich der gemessene Widerstand zwischen den Anschlußpunkten A und B aus der Parallelschaltung der drei Widerstände der Sensorelemente 1.1, 1.2, 1.3 und der gemessene Widerstand zwischen den Anschlußpunkten C und D allein aus dem Widerstand des Sensorelementes 1.4. Umgekehrt kann auch zu jedem gemessenen Widerstand zwischen den Anschlußpunkten A und B sowie C und D die entsprechende Fehlerdiagnose gestellt werden.

Fig. 3 zeigt einen Folien-drucksensor, bei dem die Anschlußpunkte C und D über einer Diode 8 für eine Stromrichtung leitend verbunden sind. Mit einer unpolaren Prüfspannung ( $> 0.7$  V) an den Anschlußpunkten A und B kann unter einer Polarität, bei der die Diode 8 leitet, der Gesamtleitungs-widerstand der Leiterbahnen 6 und 7 gemessen werden und auf eventuelle Störungen analysiert werden. Ist durch die Polung der Prüfspannung die Diode 8 gesperrt, so erfolgt die Messung der parallelgeschalteten drucksensitiven FSR-Widerstände. In vorteilhafter Weise kann die Diode 8 auf dem nicht dargestellten Folienträger integriert werden, wodurch zwei Anschlußleitungen eingespart werden.

In Fig. 4a ist ein Folien-drucksensor dargestellt, welcher als Sensormatte 9 zur Sitzbelegungserkennung für einen Fahrzeugsitz ausgestaltet ist. Innerhalb der Sitzkontur 10 befinden sich auf einem gemeinsamen Folienträger 11 eine Reihe von Sensorelementen 12 vom gleichen Typ wie das Sensorelement 1 in Fig. 1, wobei die Sensorelemente 12 nach dem Prinzip des Ausführungsbeispiels in Fig. 2 vernetzt sind.

Um eine durchgehende, verzweigungsfreie Leitungsführung zu erhalten, bei einer möglichst gleichmäßigen Verteilung der Sensorelemente 12 über die gesamte Sitzfläche, sind die Sensorelemente 12 entlang einer in Schleifen geführten Doppelringleitung 13 angeordnet, wobei jeweils mehrere Sensorelemente 12 in Form von

stegartig in die Sitzfläche hineinragenden Sensorgruppen zusammengefaßt sind.

Im mittleren Sitzbereich 11 muß der Einsatz von Kindersitzen mit einer sehr kleinen spezifischen Flächenbelastung berücksichtigt werden, weshalb die Sensorelemente 12 in kürzeren Abständen zueinander angeordnet sind als in dem vorderen Sitzbereich IV und dem Bereich der Seitenbacken I und III.

Aufgrund der nach oben gewölbten Struktur der Seitenbacken I und III treten durch das Bespannen Torsionskräfte auf. Da diese nicht auf das Sensorelement übertragen werden dürfen, wäre das Sensorelement 12 idealerweise punktförmig zu gestalten.

Andererseits müssen die Sensorelemente 12 auch so groß sein, daß eine ausreichende Empfindlichkeit in normaler Richtung bei Sitzbelegung sichergestellt ist. In der Praxis hat sich ein kreisförmiges Sensorelement 12 mit einem Durchmesser von ungefähr 10 mm bewährt.

Anfang und Ende der Doppelringleitung 13 sind mit Anschlußkontakten 14 verbunden, welche von oben nach unten betrachtet den Anschlußpunkten A, B, C, D des Ausführungsbeispiels der Fig. 2 entsprechen.

Eine Widerstandsmessung zwischen den Anschlußpunkten A und B bzw. 3 und 4 ergibt die Aussage "Sitz belegt" oder "Sitz unbelegt", wobei der Dynamikumfang der Sensormatte zwischen 500 Ohm und 30 MOhm liegt. Widerstände unterhalb von ca. 500 Ohm deuten auf einen Kurzschluß zwischen zwei gegenüberliegenden Elektroden oder zwischen zwei Verbindungsleitungen hin und lassen sich somit als Fehler diagnostizieren. Daneben können auch Fehler, die auf eine Unterbrechung der Leiterbahnen beruhen, wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen durch Widerstandsmessungen zwischen den Kontakten A und C sowie B und D aufgespürt werden. Damit ist die Sensormatte 9 auf alle Fehlerzustände eindeutig prüfbar. Bei einer Fehlermeldung können von einem übergeordneten Steuergerät Maßnahmen getroffen werden, das Sicherheitssystem in einen sicheren Betriebszustand zuschalten, z. B. eine von der Sitzbelegung unabhängige Auslösung eines Beifahrer-Airbags.

Die vom Folienträger 11 nicht ausgefüllten großen Freiflächen lassen einen ausreichenden Luft- und Feuchtigkeitsaustausch zwischen der Sitzoberfläche und der Sitzunterseite zu und ermöglichen dadurch ein angenehmes Sitzklima.

Die Fig. 4b zeigt einen Querschnitt durch das Sitzpolster des Fahrzeugsitzes. Die Sensormatte kann a) zwischen dem Bezug 15 und der Gummihaarmatte 16, b) innerhalb der Gummihaarmatte 16, c) zwischen der Gummihaarmatte 16 und dem Federrahmen 17 oder d) unmittelbar oberhalb der Sitzschale 18 angeordnet werden.

Aufgrund ihrer hohen Empfindlichkeit kann die Sensormatte 9 innerhalb des Sitzes deutlich unterhalb der Sitzoberfläche und somit unterhalb einer eventuell vorgesehenen Sitzheizung angeordnet werden. Dies ermöglicht, die Sitzheizung möglichst weit oben an der Sitzoberfläche anzuordnen, um den Insassen schnell erwärmen zu können.

#### Patentansprüche

1. Resistiver Folien-drucksensor, insbesondere zur Sitzbelegungserkennung bei einem Fahrzeugsitz, dessen elektrischer Widerstand mit zunehmender Normalkraft auf die Folienoberfläche abnimmt, bestehend aus zwei zusammenlaminieren Polymerla-

gen, wobei die eine Polymerlage mit einem Halbleitermaterial und die andere mit zwei Leiterbahnen beschichtet ist, welche von Anschlußpunkten ausgehend Verbindungsleitungen bilden zu einem räumlich abgegrenzten drucksensitiven Sensorelement, wo die Leiterbahnen zu kammartigen, interdigitierend angeordneten Elektroden ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitungen und die Elektroden als durchgehende, verzweigungsfreie Leiterbahnen (2, 3) ausgeführt sind, wobei die kammartige Struktur der Elektroden durch eine mäandrierende Leitungsführung der Leiterbahnen (2, 3) erreicht wird, mit einem Anschlußpunkt am Anfang (A; B) und Ende (C; D) jeder Leiterbahn für einen beidseitigen Anschluß der Elektroden.

2. Resistiver Foliendrucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sensorelemente (1.1—1.4) in der Weise vernetzt sind, daß das Leiterbahnenpaar eines Sensorelementes mit dem Leiterbahnenpaar eines folgenden Sensorelementes in Reihe geschaltet ist, wodurch die zwischen den interdigitierenden Elektroden eines Sensorelementes anliegenden drucksensitiven Widerstände parallel geschaltet sind.

3. Resistiver Foliendrucksensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Foliendrucksensor als Sensormatte (9) zur Sitzbelegungserkennung, insbesondere bei Fahrzeugsitzen, ausgebildet ist, wobei

- die einzelnen Sensorelemente (12) kreisförmig, mit einem Durchmesser von ungefähr 10 mm ausgeführt sind,
- die Sensorelemente (12) mit den Verbindungsleitungen eine mäandrierende Doppelringleitung (13) bilden, zur flächendeckenden Verteilung der Sensorelemente (12) auf der Sensormatte (9),
- im mittleren Sitzbereich (11) die Sensorelemente (12) in stegförmig in den Sitzbereich hineinragende Sensorgruppen zusammengefaßt sind, mit kleineren gegenseitigen Abständen der Sensorelemente (12) zueinander als in den anderen Sitzbereichen, zur Erzielung einer größeren Empfindlichkeit.

4. Resistiver Foliendrucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden (C, D) der beiden Leiterbahnen (6, 7) über eine Diode (8) miteinander verbunden sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

Fig. 1

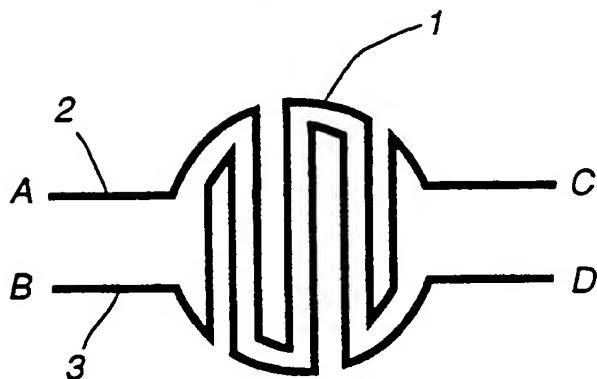


Fig. 2

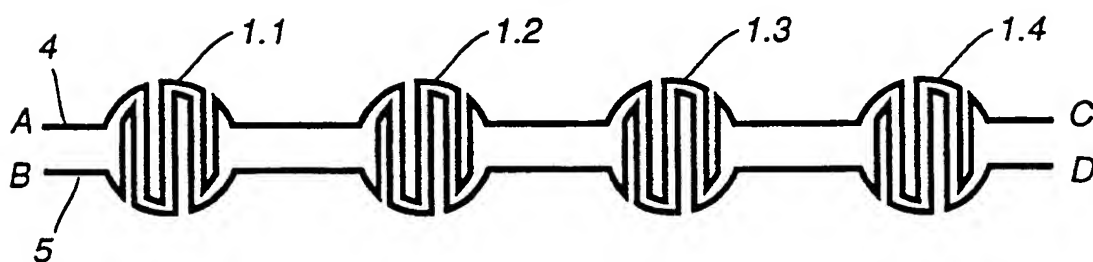


Fig. 3

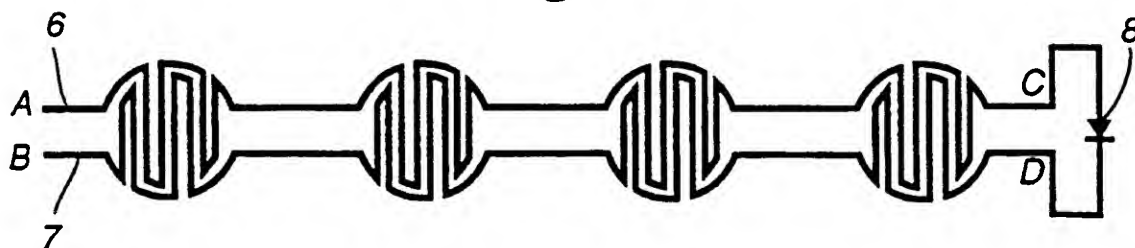
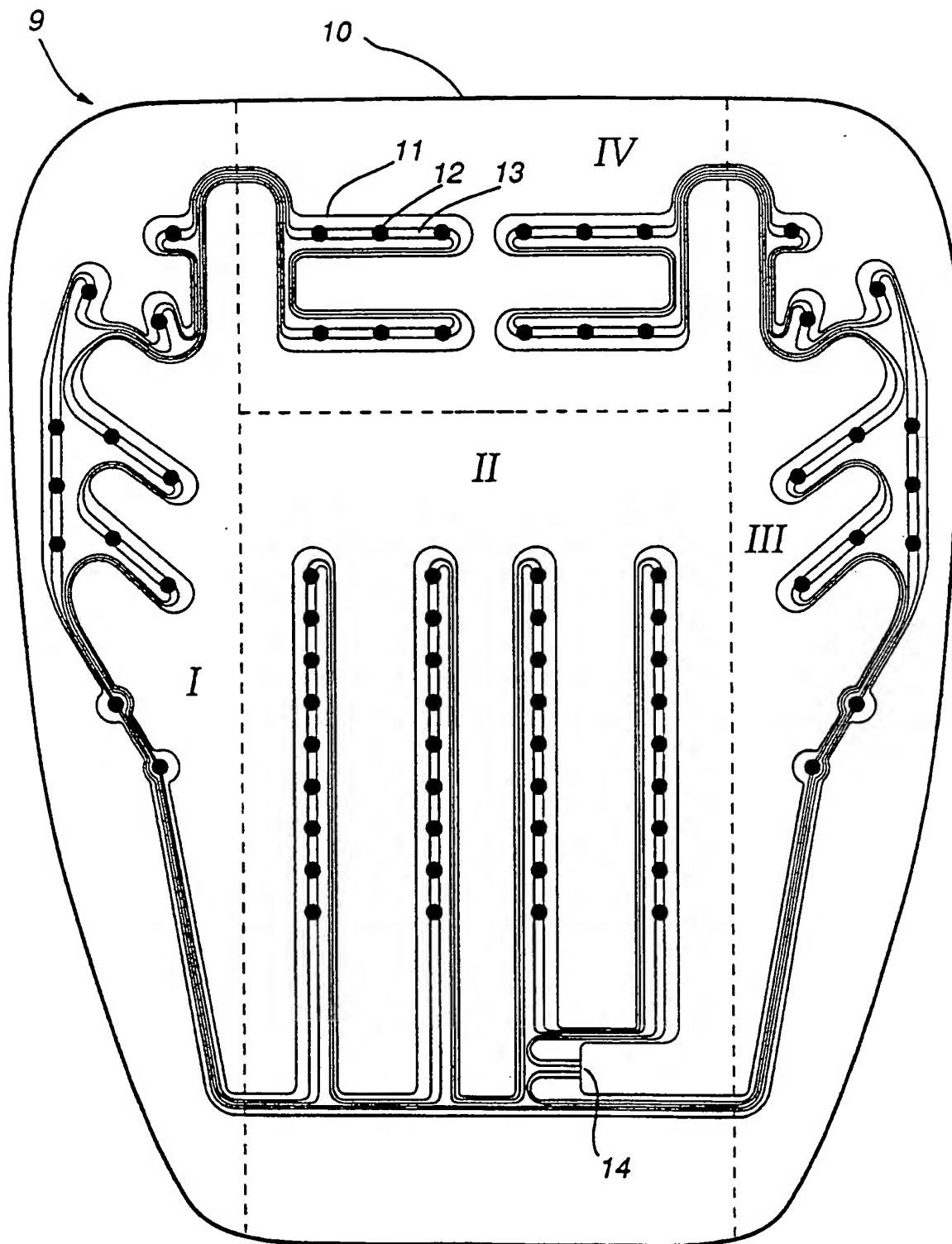


Fig. 4a





*Fig. 4b*

